

силы электрического тока с экспериментально полученными данными указывает на достаточную адекватность предложенной физико-математической модели ПГО реальному процессу ЭИП.

### Литература

1. Синькевич, Ю.В. Физико-математическая модель процесса электроимпульсного полирования / Ю.В. Синькевич, И.Н. Янковский // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Междунар. сб. науч. тр. / Донецк. нац. техн. ун.-т. – Донецк, 2006. – Вып. 32. – С. 206 – 212.
2. Здор, Г.Н. Собственные радиоизлучение и ток электрического разряда как инструмент контроля и управления процессом электроимпульсного полирования / Г.Н. Здор [и др.] // Известия НАН Беларуси, Сер. физ.-техн. наук. – 2009. – № 2. – С. 111 – 119.
3. Краткий справочник физико-химических величин / под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономаревой. – Изд. 9. – СПб.: Спец. лит-ра, 1998. – 232 с.
4. Алексеев, Ю.Г. Особенности процессов размерной обработки металлических изделий электролитно-плазменным методом / Ю.Г. Алексеев [и др.] // Литье и металлургия. – 2005. – Вып. 36, № 4. – С. 188 – 195.
5. Баскаков, С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для вузов по спец. «Радиотехника» / С.И. Баскаков. – М.: Высш. шк., 1988. – 448 с.
6. Гоноровский, И.С. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для вузов / И.С. Гоноровский. – М.: Радио и связь, 1986. – 512 с.
7. Атабеков, Г.И. Основы теории цепей / Г.И. Атабеков. – М.: Энергия, 1969. – 434 с.

**УДК 621.771.63**

## **ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛОСОВЫХ ЗАГОТОВОК ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛОКАЛЬНОГО ИЗГИБА**

**Л. А. Исаевич, В. А. Король, М. И. Сидоренко, Д. М. Иваницкий,  
В. И. Пушкевич**

*Белорусский национальный технический университет, Минск*

Вопросу импортозамещения в Республике Беларусь придается первостепенное значение, что продиктовано экономией валютных средств. Ярким примером является разработка технологии изготовления чеки тормозной колодки для железнодорожного транспорта (рис. 1).

Анализ геометрических параметров этой детали показал, что она может быть изготовлена разными способами, а именно свободной ковкой, вальцовкой с последующим изгибом утолщенного конца и прокаткой на профилированной оправке. При использовании свободной ковки требуется

большое количество операций и не обеспечивается высокая точность получаемых изделий. Вальцовка, являясь более современным способом, также требует многократных переходов и последующих отделочных операций, что снижает производительность данного процесса. Наиболее приемлемой является прокатка полос переменной толщины на профилированной оправке с предварительным изгибом конца заготовки [1]. Однако и у этого способа есть существенный недостаток: уширение концевой участка заготовки в зоне максимального обжатия, что требует последующей обрезки боковых сторон готовой детали на этом участке.

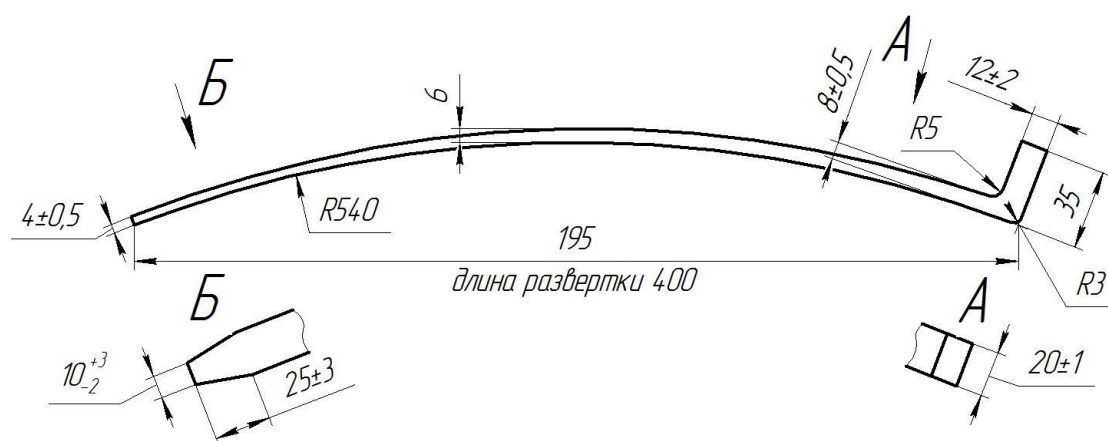


Рис. 1. Геометрические параметры чеки тормозной колодки

На рис. 2 представлена схема прокатки чеки тормозной колодки на профилированной оправке, включающая рабочий 1 и опорный 2 валки, профилированную оправку 3, с размещенной на ней заготовкой 4. Согласно этой схеме в очаге деформации возникает сила нормального давления  $N$  металла заготовки 4 на калибрующую оправку 3, и подпирательная сила  $fN$ , действующая на поверхности контакта заготовки и калибрующей оправки. Поскольку рабочая поверхность калибрующей оправки выполнена с углом  $\beta$  к направлению прокатки, у силы  $N$  возникают составляющие: вертикальная  $P$  – усилие давления со стороны металла на валки и горизонтальная  $P \tan \beta$  – подпирательное усилие (рисунок 2), а у силы  $fN$  горизонтальная подпирательная сила  $fN \cos \beta$ . Здесь  $f$  – коэффициент контактного трения между заготовкой и калибрующей оправкой. Суммарное подпирательное усилие будет определено из выражения

$$Q = P \tan \beta + fN \cos \beta = P \tan \beta + fP, \quad (1)$$

где  $N = \frac{P}{\cos \beta}$ .

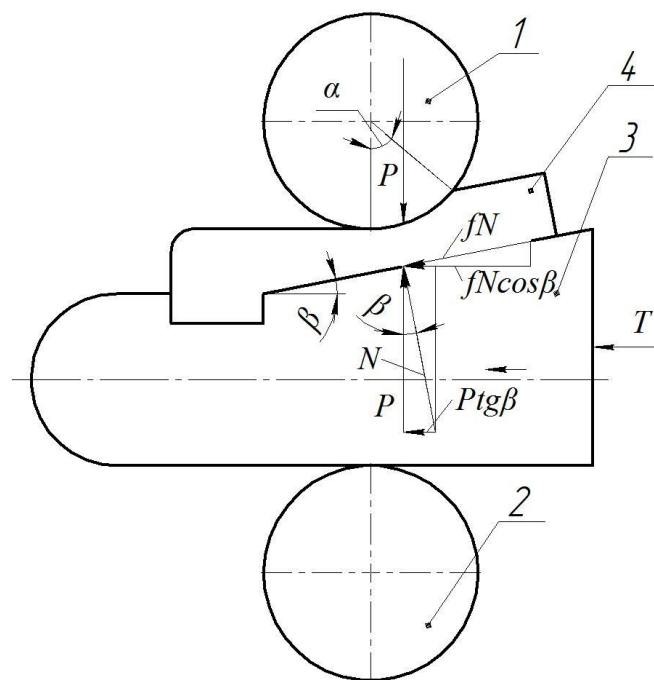


Рис. 2. Схема обжатия полосы на оправке с наклонной к направлению прокатки калибрующей поверхностью

Величина подпирющего усилия снизится, когда рабочая поверхность калибрующей оправки будет параллельна направлению прокатки (рис. 3).

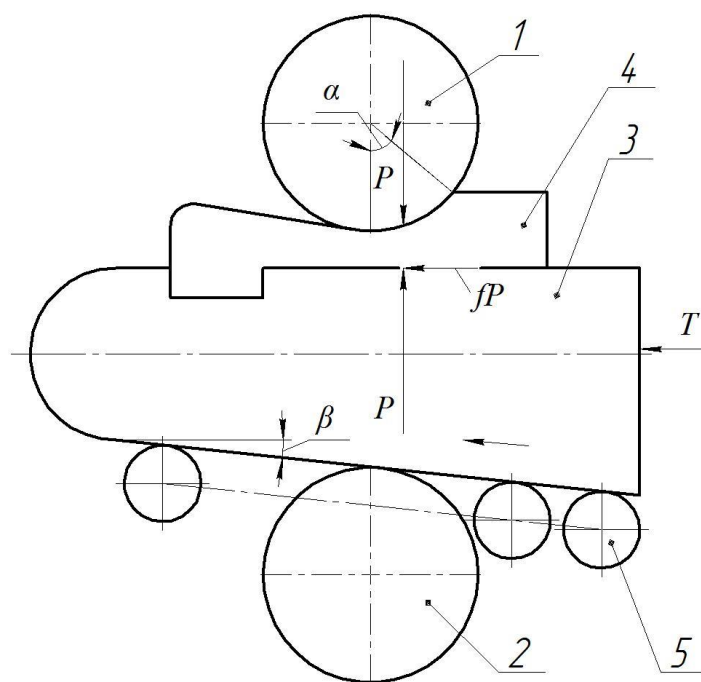


Рис. 3. Схема обжатия полосы на оправке с параллельной к направлению прокатки калибрующей поверхностью

В этом случае сила давления со стороны металла на оправку  $P$  является нормальной к ее рабочей поверхности. На плоскости контакта между заготовкой 4 и калибрующей оправкой 3 действует только подпирательная сила  $fP$ . Тогда суммарное подпирательное усилие будет

$$Q = fP. \quad (2)$$

Анализ выражений (1) и (2) показывает, что предлагаемый способ изготовления заготовок изделий с переменным по длине профилем и устройство для его осуществления позволяет уменьшить подпирательное усилие, действующее на поверхности контакта металла с инструментом, и тем самым снизить уширение при прокатке.

Значение толкающего усилия на профилированной оправке можно найти из выражения [2]

$$T = P \operatorname{tg} \left( \left( \frac{\alpha}{2} \right) + f_1 \left( \frac{d}{D} \right) \right), \quad (3)$$

где  $f_1$  – коэффициент контактного трения в шейках рабочего вала;  $d$  – диаметр шейки вала;  $D$  – диаметр бочки вала.

Усилие натяжения полосовой заготовки при прокатке по первой схеме (см. рис. 2) можно определить как

$$F = T - P \operatorname{tg} \beta - fP. \quad (4)$$

Подставляя сюда значение  $T$  из выражения (3), легко получить

$$F = P \operatorname{tg} \left( \left( \frac{\alpha}{2} \right) - f_1 \left( \frac{d}{D} \right) \right) - P (\operatorname{tg} \beta + f). \quad (5)$$

По второй схеме усилие натяжения прокатываемой заготовки можно определить из совместного решения уравнений (2) и (3). В результате

$$F = P \operatorname{tg} \left( \left( \frac{\alpha}{2} \right) - f_1 \left( \frac{d}{D} \right) \right) - fP. \quad (6)$$

Таким образом, усилие натяжения  $F$  полосовой заготовки при прокатке по обеим схемам меньше толкающего усилия на оправке. При этом в случае обжатия по второй схеме данное усилие несколько больше, чем по первой, что и обеспечивает снижение уширения полосовой заготовки на участке ее наибольшего обжатия.

## Литература

1. Способ изготовления изделий переменного по длине профиля: а.с. 1839121 СССР, МПК5 В 21 Н 8/00 / А.В. Степаненко, В.А. Король, Г.А. Исаевич; заявитель Бе-

лорус. политех. ин-т. – заявка 4340833/27; заявл. 22.12.87; опубл. 30.12.93 // Официальный бюл. / Госпатент СССР. – 1993. – № 48-47.

2. Исаевич, Л.А. Прокатка полос переменной толщины на профилированной оправке / Л.А. Исаевич, М.И. Сидоренко // Наука и техника. – 2013. – № 1. – С. 39 – 45.

**УДК 621.04**

## **УНИВЕРСАЛЬНАЯ СХЕМА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ КРУГОВЫХ И КАНАЛОВЫХ ВИНТОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

**В. А. Данилов, А. А. Чепурной**

*Полоцкий государственный университет, Новополоцк*

Винтовые поверхности широко применяются в конструкциях рабочих органов технологического оборудования различных отраслей промышленности, а также в оснастке для их изготовления. Запасные части к этому оборудованию зачастую приобретаются за рубежом, поэтому актуальным является освоение их собственного производства, что связано с разработкой схем обработки, реализующего их станочного оборудования и режущего инструмента. Рассмотрим этапы решения этой задачи.

Рабочая поверхность ротора одновинтового насоса ограничена круговой винтовой поверхностью, представляющей множество окружностей, центры которых расположены на винтовой линии [1]. При таком представлении круговую винтовую поверхность можно сформировать относительным перемещением окружности (образующей поверхности) и винтовой линии (направляющей этой поверхности).

Исходя из требований простоты реализации и универсальности, из множества возможных предпочтительных методов формообразования производящих линий круговых винтовых поверхностей точечным производящим элементом, в частности, вершиной резца (метод следа). Материальным носителем формы образуемых линий в этом случае является механика станка, которая должна обеспечивать кинематическое профилирование поверхности в поперечном и продольном направлениях.

При формировании обеих производящих линий методом следа круговая винтовая поверхность обрабатывается точением, при этом в поперечном сечении она может быть сформирована кинематическим или геометрическим методами. В первом случае эксцентрично расположенная относительно оси заготовки производящая окружность образуется сложным формообразующим движением (согласованными вращательным и поступательными движениями производящей точки – вершины резца), а во втором